Nicht für den Prüfling bestimmt

I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzbereiche				
	K1	K2	K3	K4	K5
1.1		X		X	
1.2		X	X		
1.3			X		
1.4	X		X		
1.5.1			X		
1.5.2	X				
1.5.3	X				
1.6	X				
1.7.1			X		X
1.7.2		X			
1.7.3		X			
1.7.4				X	

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Biochemische Grundlagen der Biologietechnik
Q2: Molekularbiologische und gentechnische Grundlagen der Biologietechnik
Q3: Theorie der Biologietechnik in Verfahren und Anwendungen
verbindliche Themenfelder:
Grundlagen der Thermodynamik und der Enzymologie (Q1.1), Enzymologische Messverfahren (Q1.5), Molekularbiologische Grundlagen (Q2.1), Gentechnische Grundoperationen Teil I (Q2.2), Immunbiologische Grundlagen und abgeleitete technische Verfahren (Q3.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1	zeichnen, beschriften Spike als Dimer aus E1/E2 oder E2/E2 oder E1/E1 Lipiddoppelschicht Capsid gebildet aus Untereinheiten des Core-Proteins Einzelstrang RNA 5'-3' geändert nach: https://www.eenzyme.com/Flavivirus.aspx (abgerufen am 07.07.2022).			
	zeichnen		4	
	beschriften	2		
1.2	begründen Die Glykoproteide E1 und E2 bilden gemeinsam die Spikes in der Hüllmembran, mit deren Hilfe das Virus an bestimmte Membran-Rezeptoren der Leberzelle des Menschen andockt. Diese Bindung ist die Voraussetzung für das spezifische Eindringen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip in die Wirtszelle. Das Enzym NS3/NS4A wirkt als Protease, diese spaltet hydrolytisch Proteine. Da das Virusgenom einen einzigen offenen Leserahmen enthält, entsteht bei seiner Translation zunächst auch ein einziges großes Polyprotein. Dieses wird nachträglich durch die Protease in die zehn eigentlichen Genprodukte zerlegt. Zwar besitzt die Leberzelle eine RNA-Polymerase, diese kann aber so wie in der Transkription nur an einem DNA-Molekül als Matrize arbeiten. Mit dem Gen NS5B besitzt das Virus die Information für die Bildung einer geeigneten RNA-abhängigen RNA-Polymerase. Diese vervielfältigt die virale RNA. Core codiert für Capsid-Untereinheiten. Viele dieser Moleküle lagern sich zusammen und umhüllen so jeweils als Capsid die RNA der neu entstandenen Viren. Diese dienen dem Schutz des Virus.			8
1.3	erläutern, erklären 1. Zunächst bindet das Virus mithilfe von Glykoproteinen (Spikeproteinen) in seiner Lipidhülle an bestimmte Membran-Rezeptoren der Leberzelle. 2. Diese nimmt danach das Virus auf, indem sie den betreffenden Membranbereich als Vesikel abschnürt und ins Zellinnere verlagert. Dieser Vorgang wird als rezeptorvermittelte Endozytose bezeichnet. 3. Nach einer Verschmelzung der Virushülle mit der Membran des Endozytosevesikels 4. wird das virale Erbgut in das Cytoplasma freigesetzt. 5. a. Diese RNA wird einerseits an den Ribosomen des rauen ER der Wirtszelle zur Translation aufgrund ihrer 5´3´-Orientierung genutzt, um die viralen Proteine herzustellen. b. Andererseits wird der RNA-Einzelstrang zunächst zum Doppelstrang repliziert. Der neu synthetisierte 3`5` -Negativstrang wird in einem zweiten Schritt zum 5`3`-Positivstrang repliziert, sodass am Ende das Erbgut mit der richtigen Verlaufsrichtung für die Produktion neuer Viren			

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
	zur Verfügung steht. 6. In einem selbstorganisierenden Prozess (self assembly) fügen sich die verschiedenen Komponenten zu neuen Viren am rauen ER zusammen, 7. gelangen über Golgi-Vesikel zur Zellmembran und 8. verlassen ihre Wirtszelle durch Exozytose. erläutern erklären		8	3
1.4	vergleichen (siehe Tabelle unten) geändert nach: Raabe Unterrichts-Materialien Biologie Sek.II, U.3.2, 2022, Dem Hepatitis-C-Virus auf der Spur, S. 17.	8		
1.5.1	erläutern Kunststoffplatten (wells) werden mit einem Antigen, z. B. den Spike-Virusproteinen beschichtet, sodass eventuell vorhandene IgG-Antikörper des Blutes spezifisch binden können. Nach dem Kontakt mit dem zu untersuchenden Blutserum und dem anschließenden Waschen der Platten wird eine Lösung mit anderen, enzymgekoppelten Antikörpern (Anti-Antiköper, sekundäre Antikörper) zugesetzt, die spezifisch an die menschlichen Immunglobuline gegen HCV binden. Beim sich anschließenden Waschschritt werden die überschüssigen Antikörper entfernt, damit es nicht zu einer falsch positiven Nachweisreaktion kommt. Anschließend wird ein farbloses Substrat hinzugegeben. Das antikörpergekoppelte Enzym kann das Substrat so umsetzen, dass es zu einer Farbreaktion kommt. Findet also eine Farbreaktion statt, sind Antikörper gegen HCV nachgewiesen worden. geändert nach: Gimbel, C. et al., NATURA_LB Themenband Genetik Immunbiologie 049143, Klettverlag 2021, S. 365.		8	

Tabelle zu 1.4:

Vorgang	**Replikation**	**Vervielfältigung des viralen Erbguts**	**Transkription**
Matrize	DNA	RNA	DNA
Produkt	DNA	RNA	mRNA, tRNA, rRNA, microRNA
Funktion	Verdopplung des zellulären Genoms vor der Zellteilung	Vermehrung des Virus	Proteinbiosynthese
Ort	im Zellkern	im Cytoplasma	im Zellkern
beteiligte Enzyme	Topoisomerase, Helicase, RNA-Primase, DNA-Polymerase, RNase H, Ligase	RNA-abhängige RNA-Polymerase	RNA-Polymerase

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.5.2	zeichnen, beschriften geändert nach: https://www.abiweb.de/physikalische-chemie/kinetik-rund-um-die-reaktionsgeschwindigkeit/anwendungsbeispiele/fotometrie.html (abgerufen am 25.05.2022). zeichnen beschriften	 3 3		
1.5.3	entwerfen Gimbel, C. et al., NATURA LB Themenband Genetik Immunbiologie 049143, Klettverlag 2021, S. 368. Hinweis für den Prüfenden: Die Prüflinge entwerfen einen durchgängigen Kurvenverlauf. (Die obige Unterbrechung des Graphen durch Auslasszeichen ist nur der Verkleinerung hier in der Lösung geschuldet.) ermitteln Eine Probe mit der Absorption von 0,9 entspricht einer Antikörperkonzentration von 65 pg/ml, eine Absorption von 0,8 entspricht 60 pg/ml. Gemittelt sind dies 62,5 pg/ml. Bei Rückrechnung der Verdünnung ergibt sich eine Antikörperkonzentration von 62,5 pg/ ml*50 = 3125 pg/ml.		5 5	
1.6	erläutern Die isolierte mRNA des Virus muss mittels des Enzyms Reverse Transkriptase in c-DNA umgeschrieben werden. Diese c-DNA wird für die PCR eingesetzt. Ein PCR-Ansatz enthält die Proben-DNA, hier die c-DNA des HCV, ausreichend			

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
	Nukleotide, die hitzestabile Taq-Polymerase und zwei DNA-Primertypen. Zunächst trennt man die c-DNA-Doppelhelix durch Erhitzen bei 94 °C in ihre beiden Einzelstränge (Denaturierung). Dann erniedrigt man die Temperatur auf 50 °C – 60 °C und setzt zwei Primer hinzu, die jeweils komplementär zur DNA-Sequenz der beiden Enden des interessierenden Abschnitts sind. Diese hybridisieren mit der jeweiligen Einzelstrang-DNA. Sie dienen der Taq-Polymerase als Startplätze, da diese immer ein freies 3′-OH-Ende der Desoxyribose benötigt. Bei 68 – 72 °C starten die Taq-Polymerasen dann an den Primern und ergänzen und verknüpfen die komplementären Nukleotide zu neuen Strängen. Anschließend werden die DNA-Duplikate durch Erhitzen erneut getrennt, dann wieder verdoppelt, wieder erhitzt, wieder verdoppelt, usw. Nach etwa 35 Durchgängen hat man genügend DNA-Kopien des gewünschten Abschnitts zur Verfügung. geändert nach Markl, Biologie Oberstufe, Klett Verlag, 2018, S. 234.	10		
1.7.1	begründen, erklären Aufgrund der hohen Wirtsspezifität des Virus auf menschliche Hepatozyten kommen herkömmliche Mäuse für die HCV-Forschung nicht infrage. Das HCV wäre nicht in der Lage, in die Zellen der Mäuseleber einzudringen. Die Mäuse des neu gezüchteten Mäusestammes haben sowohl einen fortschreitenden Abbau von eigenem Lebergewebe als auch eine Immunschwäche. Daher lassen sich die fremden, humanen Leberzellen in der Leber der Mäuse ansiedeln. Sie werden aufgrund des Fehlens von B- und T-Lymphozyten auch nicht vom Immunsystem der Maus bekämpft und abgestoßen. Damit tragen die Mäuse humanes Lebergewebe in sich. Diese Leberzellen können mit dem HPV infiziert werden. An diesen Zellen kann die Forschung von Wirkstoffen zur Therapie von HCV erfolgen. begründen erklären		2	6
1.7.2	analysieren, berechnen Der Graph stellt die Änderung an Virus-RNA bei *HCV*-Modellmäusen in Abhängigkeit von der Zeit in Stunden über einen Zeitraum von fünf Tagen mit oder ohne Behandlung mit TELAPREVIR® dar. Dabei wird die Änderung der Virus-RNA logarithmisch angegeben. Hinweis für den Prüfenden: Aufgrund der logarithmischen Angabe der Änderung der Virus-RNA ist diese Größe dimensionslos. Die zu Prüfenden können daher z. B. mit dem Gehalt, der Stoffmengenkonzentration, der Stoffmenge o. ä. argumentieren. Zu Beginn des Experimentes, zum Zeitpunkt der Wirkstoffgabe, gibt es keine Änderung des Gehaltes an Virus-RNA, sie wird daher gleich null gesetzt. Aufgrund der logarithmischen Auftragung entspricht dies einem Gehalt von $10^0 = 1$. Für die unbehandelte Kontrollgruppe schwanken die Angaben für den Gehalt von HCV-RNA nach der Wirkstoffgabe zwischen dem Ausgangswert und 0,25. Da die Messergebnisse als Logarithmus angegeben sind, handelt es sich dabei etwa um das Doppelte der Anfangsmessung, $10^{0,25} = 1,9$. Die Verdopplung des Vorhandenseins der Virus-RNA kann durch die ungehinderte Vermehrung der Viren aufgrund eines defekten Immunsystems (SCID) der Modellmäuse erklärt			

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE** I	**BE** II	**BE** III
	werden. Am Ende der Kurve sinkt die HCV-RNA-Angabe auf -0,15. Es wird im Vergleich zur Anfangsmessung also weniger Virus-RNA produziert. Bei der mit 100 mg/kg TELAPREVIR® behandelten Versuchsgruppe sinkt der RNA-Gehalt bereits am ersten Tag und strebt danach tendenziell gegen -1, folglich ein Zehntel des Ausgangswertes, weil $10^{-1} = 0{,}1$ Eine weitere Versuchsgruppe wurde mit der dreifachen Dosis an TELAPREVIR® behandelt und zeigt eine noch stärkere Abnahme des RNA-Gehaltes. Nach einer starken Verringerung am ersten Tag schwankt sie anschließend auf niedrigem Niveau zwischen -2 und -1,6, also zwischen einem Hundertstel, weil $10^{-2} = 0{,}01$, und ungefähr drei Hundertstel, weil $10^{-1{,}6} = 0{,}025$, im Vergleich zum Ausgangswert. Diese Abnahmen lassen sich mit der kompetitiven Hemmung der Virus-Protease NS3/NS4A durch den Wirkstoff erklären. Die Aufgabe dieses Enzyms ist, nach der Translation der Virus-RNA das entstandene Polyprotein in ca. zehn reife, funktionsfähige Proteine zu zerlegen. Aufgrund struktureller Ähnlichkeit mit Peptiden kann TELAPREVIR® im aktiven Zentrum der Virus-Protease binden. Entsteht ein solcher Enzym-Inhibitor-Komplex, kann das Enzym für eine gewisse Zeit kein Substrat aufnehmen. Daher werden keine viralen Struktur- und Funktionsproteine hergestellt und wird die Virus-Vermehrung verlangsamt. Der Gehalt der Viren-RNA der Mäuse verringert sich. Bei der kompetitiven Hemmung ist das Konzentrationsverhältnis von Inhibitor und Substrat von Bedeutung, da sie reversibel ist, was sich an der Dosisabhängigkeit der Wirkung von TELAPREVIR® zeigt. Bei der höherkonzentrierten Gabe des Hemmstoffs ist die Hemmung stärker. Daher wird im Vergleich zur weniger konzentrierten Verabreichung des Hemmstoffs deutlich weniger Virus-RNA gebildet. analysieren berechnen		 2 2	 6
1.7.3	beschreiben, ableiten Bei der allosterischen Hemmung binden die Inhibitoren an den allosterischen Zentren des Enzyms und verändern dadurch dessen Quartär- und Tertiärstruktur. Da die aktiven Zentren des Enzyms aufgrund der Konformationsänderung nicht mehr das Substrat nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip aufnehmen können, führt diese allosterische Hemmung zur Verringerung der Aktivität des Enzyms. Eine Hemmung von NS5B stoppt oder verlangsamt die Replikation der Virus-RNA in der Wirtszelle. Kopien des Virusgenoms als Voraussetzung für das Entstehen neuer Viruspartikel werden langsamer oder gar nicht mehr gebildet. Da es sich um ein virusspezifisches Enzym handelt, ist der sonstige zelluläre Stoffwechsel der Wirtszelle nicht beeinträchtigt. beschreiben ableiten	 4	 4	
1.7.4	konkretisieren, aufzeigen Die Entstehung von Resistenzen ist auf Mutationen der Erbinformation zurückzuführen. Bei einer ungenau arbeitenden RNA-Polymerase steigt die Wahrscheinlichkeit der Veränderung der Basensequenz pro Kopierzyklus. Durch die entstandenen Mutationen kann die Erbinformation der Virus-Protease betroffen sein, damit hat sie eine andere Primärstruktur und damit auch Tertiärstruktur bzw.			

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
	Quartärstruktur. Ändert sich die Tertiärstruktur der Virus-Protease, ist das Schlüssel-Schloss-Prinzip möglicherweise nicht mehr so genau erfüllt. TELAPREVIR® kann nicht mehr hinreichend an das aktive Zentrum der Virus-Protease binden und so die Virusvermehrung blockieren. DASABUVIR® kann sich nicht mehr hinreichend an das allosterische Zentrum der RNA-Polymerase binden. Das Virus kann sich also weiter vermehren. Es ist resistent. Auch die schnelle Aufeinanderfolge von vielen Virusgenerationen, also die hohe Replikationsrate, erhöht zusätzlich mögliche Mutationen. konkretisieren aufzeigen			 3 4
	Summe 100	30	40	30

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Biologietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	30	40	30	**100**
Summe	**30**	**40**	**30**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.